

Приложение с биологической обратной связью на основе анализа мозговой активности с использованием звуковых стимулов

Яхонтов М. В.¹

Научный руководитель – канд. техн. наук, старший преподаватель Русак А. В.¹

¹Университет ИТМО
yakhont04@mail.ru

Введение

Современный ритм жизни способствует росту стресса среди населения: по данным ВЦИОМ, за последние три года выросла доля россиян, регулярно испытывающих стресс с 26% до 37%, а индекс стресса поднялся с 41,8% до 50,6% [1]. Анализ показывает, что методы “разум-тело”, куда входит йога и медитация, демонстрируют наибольшую эффективность в борьбе со стрессом, чем психологические методы [2]. Сфокусированная медитация снижает артериальное давление и уровень кортизола - гормона стресса [3]. Метод погружения человека в состояние медитации на основе звуковых сигналов решает проблему обучения человека сфокусированной медитации с последующим снижением уровня стресса.

Основная часть

При помощи биологической обратной связи на основе данных электроэнцефалограммы (ЭЭГ) можно в реальном времени фиксировать уровень сфокусированности пользователя и возвращать его в состояние медитации при потере фокуса, таким образом, это позволяет научить пользователя контролировать поток мыслей и входить в состояние медитации.

Приложение работает по замкнутому контуру:

1. Модуль ЭЭГ на базе Ардуино регистрирует данные с ЭЭГ-датчиков, расположенных на затылочных областях головы (O1, O2) и в реальном времени отправляет в модуль обработки сигнала.
2. Пайплайн обработки сигнала:
 - Фильтрация артефактов и нормализация сигнала.
 - Выделение целевого паттерна – относительное увеличение мощности альфа-ритма (8-13 Гц).
3. Модуль адаптация звукового сигнала: изменение громкости звука пропорционально уровню альфа-ритма. Звук является “якорем” для возвращения внимания.

Звуковой сигнал в наушниках автоматически привлекает внимание мозга. При фокусировании внимания на звуке у людей, не практиковавших медитацию прежде, альфа-волны усиливаются [4, 5], после чего звук постепенно затихает, уходя в тишину. Таким образом пользователь остается в фокусе на тишину. При потере концентрации звук появляется снова и усиливается, мягко возвращая внимание мозга до тех пор, пока концентрация не вернется.

Подобные способы введения в медитацию подразумевают награду пользователя в виде усиления звука при фокусе, предложенная система не награждает пользователя, а контролирует его внимание. Постепенно пользователь обучается контролю внимания и входу в медитацию. Такой подход может оказаться эффективнее классического

негативного подкрепления, так как система использует звук не как оценку “хорошо/плохо”, а как инструмент захвата внимания.

Выводы

Предложено приложение с методом адаптивного звукового улавливания внимания пользователя с использованием биологической обратной связи по ЭЭГ для погружения пользователя в состояние медитации. Выделен паттерн мозговой активности, в ответ на который генерируется обратная связь в виде изменения звукового сигнала, реализован пайплайн сбора и обработки сигнала. Дальнейшая работа будет направлена на проведение экспериментов и оценку его эффективности в введении пользователя в состояние медитации в сравнении с традиционными техниками медитации.

Литература

1. ВЦИОМ. Стресс и как с ним бороться: аналитический обзор [Электронный ресурс] // ВЦИОМ. Новости. – 2025. – 1 декабря. – URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/stress-i-kak-s-nim-borotsya> (дата обращения: 25.02.2026).
2. Wang, C. Comparing the effectiveness of mind–body practices (MBPs) and various psychological methods on occupational stress among healthcare workers: a network meta-analysis of randomized controlled trials / C. Wang, Y. Li, X. Zhang [et al.] // BMC Health Services Research. – 2024. – Vol. 24, No. 1. – Article 962. – DOI 10.1186/s12913-024-11437-7.
3. Pascoe, M.C. Mindfulness mediates the physiological markers of stress: Systematic review and meta-analysis / M.C. Pascoe [et al.] // Journal of Psychiatric Research. – 2017. – Vol. 95. – P. 156-178. – DOI 10.1016/j.jpsychires.2017.08.004.
4. Абрамова, В.Д. Пилотное фМРТ-ЭЭГ-исследование тантрической медитации тибетских монахов / В.Д. Абрамова, Е.Д. Петровский, Д.Д. Безматерных // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2025. – № 3. – С. 300-312.
5. McQueen, B. The Mindful Brain at Rest: Neural Oscillations and Aperiodic Activity in Experienced Meditators / B. McQueen, O.W. Murphy, P.B. Fitzgerald, N.W. Bailey // Mindfulness. – 2024. – Vol. 15, No. 10. – P. 2484-2502. – DOI 10.1007/s12671-024-02461-z.